

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-119402

(43)Date of publication of application : 26.06.1985

(51)Int.Cl. G01B 7/28
G01B 7/00

(21)Application number : 58-226302 (71)Applicant : FUJITSU LTD

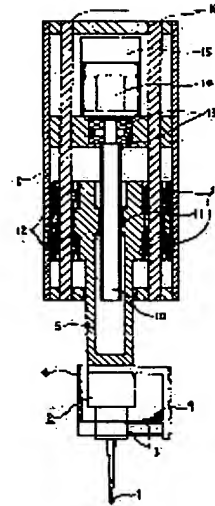
(22)Date of filing : 30.11.1983 (72)Inventor : ASAKAWA KAZUO

(54) TACTILE SENSE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To execute automatically a measurement by rejecting a reaction force caused by a displacement of an elastic body for giving a force to an article, and obtaining information for showing a state of the article basing on a displacement quantity of the elastic body.

CONSTITUTION: When a parallel spring 3 is displaced and bent, its displacement quantity is detected by an output of a strain gauge 9. A moving part 5 of a moving mechanism can execute a movement of a large stroke by a rotation of a DC motor 14. The outside of a nut part 11 of the moving part 5 can slide against a guide 16 fixed to a housing, through a linear bearing 12. Its rotational angle is proportional to a moving extent of the moving part 5 of the moving mechanism by a feed screw 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A) 昭60-119402

⑫ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)6月26日

G 01 B 7/28
7/00

8304-2F
7355-2F

審査請求 有 発明の数 2 (全9頁)

⑭ 発明の名称 触覚装置

⑮ 特 願 昭58-226302

⑯ 出 願 昭58(1983)11月30日

⑰ 発 明 者 浅 川 和 雄 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
⑱ 出 願 人 富士通株式会社 川崎市中原区上小田中1015番地
⑲ 代 理 人 弁理士 森 田 寛 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 触 覚 装 置

2. 特許請求の範囲

(1) 力付与指令を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付与機構を備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位に基づいて前記物品の模様を示す情報を得る触覚装置であつて、

前記力付与機構は、力を発生する駆動部と、前記接触子が支持されてなり、前記駆動部よりの力を受けて変位することにより物品に対し前記接触子を介して力を付与する力付与手段と、前記力付与手段の変位を検出する変位検出手段と、前記力付与手段の変位に対応した量と前記力付与指令とを受け、それらの信号に基づいて前記接触子が物品に対し力付与指令に対応した力を付与するように前記駆動部を制御する駆動制御手段とを含んで

構成されてなると共に、前記変位検出手段の出力に基づいて前記物品の模様を示す情報を得る手段とを具備してなることを特徴とする触覚装置。

(2) 前記駆動部は、ボイスコイルモータで構成されてなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の触覚装置。

(3) 前記力付与手段は、平行板ばねを介して前記接触子を支持するよう構成されてなると共に、前記変位検出手段は、前記平行板ばねの変位を検出するよう構成されてなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項または第(2)項記載の触覚装置。

(4) 力付与指令を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付与機構と、前記力付与機構を移動可能に支持する移動機構とを備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位量と前記移動機構の変位量に基づいて前記物品の模様を示す情報を得る触覚装置であつて、

前記力付与機構は力を発生する駆動部と、前記

接触子が支持されてなり、前記駆動部よりの力を受けて変位することにより物品に対し、前記接触子を介して力を与える力付手段と、前記力付手段の変位を検出する変位検出手段と、前記力付手段の変位に対応した量と前記力付手段とを受け、それらの信号に基づいて前記接触子が物品に対し力付手段に対応した力を与えるように前記駆動部を制御する駆動制御手段とを含んで構成されてなりと共に、前記変位検出手段が検出した前記力付手段の変位量と前記移動機構の変位量に基づいて前記物品の座標を示す情報を得る手段とを具備してなることを特徴とする触覚装置。

(5) 前記駆動部は、ボイスコイルモータで構成されてなることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項記載の触覚装置。

(6) 前記力付手段は、平行板ばねを介して前記接触子を支持するよう構成されてなりと共に、前記変位検出手段は、前記平行板ばねの変位を検出するよう構成されてなることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項または第(5)項記載の触覚装置。

- 3 -

微小力制御が可能な接触子がないため大幅に遅れている。すなわち、従来の3次元寸法測定を行う一般の形状測定機に用いられる接触子は、安定な測定を行うため、バネ支持されていて、そのバネ定数は、例えば80g/mm以上と比較的強く設定されている。従つて、剛性の低い小物部品の寸法測定には適さないという問題があつた。

(C) 発明の目的と構成

本発明は上記問題点の解決を図り、例えば大ストロークは送りネジの回転により、また小ストロークの補正はボイスコイルモータで行うことによつて、所定の指示圧力で測定対象物に接触子を接触できるようにした触覚装置を提供することを目的としている。そのため、本発明の触覚装置は、力付手段を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付機構を備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位に基づいて前記物品の座標を示す情報を得る触覚装置であつて、

- 5 -

(7) 前記駆動部が前記変位検出手段からの変位信号が正帰還されると共に、前記移動機構は力付手段の変位信号及び速度信号の和を奥の入力信号とするよう構成されてなることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項記載の触覚装置。

3. 発明の詳細な説明

(A) 発明の技術分野

本発明は触覚装置、特に測定対象物に接触子(コンタクトプローブ)を接触させて、3次元寸法等を測定するものであつて、剛性の低い軟い物体についても測定可能とした触覚装置に関するものである。

(B) 従来技術と問題点

FA(フアクトリー・オートメーション)の進展に伴い、3次元寸法の自動測定化も進んでいる。剛性の高い部品の自動測定は、現在の技術でもカバーできるが、軟い部品、例えば磁気ディスクヘッドのシンバルのような微細な部品、肉厚の薄いプラスチック、スポンジ製品等の自動測定は、

- 4 -

前記力付手段は力を発生する駆動部と、前記接触子が支持されてなり、前記駆動部よりの力を受けて変位することにより物品に対し前記接触子を介して力を与える力付手段と、前記力付手段の変位を検出する変位検出手段と、前記力付手段の変位に対応した量と前記力付手段とを受け、それらの信号に基づいて前記接触子が物品に対し力付手段に対応した力を与えるように前記駆動部を制御する駆動制御手段とを含んで構成されてなりと共に、前記変位検出手段の出力に基づいて前記物品の座標を示す情報を得る手段とを具備してなることを特徴としている。

もう1つの本発明は、力付手段を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付機構と、前記力付機構を移動可能に支持する移動機構とを備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位量と前記移動機構の変位量に基づいて前記物品の座標を示す情報を得る触覚装置であつて、

- 6 -

-10-

BEST AVAILABLE COPY

前記力付与機構は力を発生する駆動部と、前記接触子が支持されてなり、前記駆動部よりの力を受けて変位することにより物品に対し、前記接触子を介して力を付与する力付与手段と、前記力付与手段の変位を検出する変位検出手段と、前記力付与手段の変位に対応した量と前記力付与指令とを受け、それらの信号に基づいて前記接触子が物品に対し力付与指令に対応した力を付与するように前記駆動部を制御する駆動制御手段とを含んで構成されてなると共に、前記変位検出手段が検出した前記力付与手段の変位量と前記移動機構の変位量に基づいて前記物品の態様を示す情報を得る手段とを具備してなることを特徴としている。

以下図面を参照しつつ実施例に従って説明する。

四 発明の実施例

第1図は本発明の一実施例外観図、第2図は第1図図示実施例の断面図、第3図はボイスコイルモータ部分の断面図、第4図は本発明に関連した制御ブロック図、第5図はストレインゲージによる変位信号出力回路の例を示す。

- 7 -

は形状認定をロボットで行う場合、ロボット・アーム7に装着される。

第2図および第3図に示すように、平行バネ3には、ストレインゲージ9が貼付され、平行バネ3が変位して、たわみが生じると、その変位量がストレインゲージ9の出力により、検知できるようになっている。移動機構の可動部5は、直流モータ14の回転軸に連結された送りネジ10に、ナット部11において係合され、直流モータ14の回転により、大ストロークの移動が可能になっている。可動部5のナット部11の外側は、リニアベアリング12を介して、ハウジング6に固定されたガイド16に対し、滑動可能になっている。ガイド16は、ナットの回転止めの役割も果たす。直流モータ14の軸には、角度エンコーダ15が取り付けられ、直流モータ14の回転角を検知可能になっている。この回転角は送りネジ10による移動機構可動部5の移動量に比例する。

ボイスコイルモータ2は、例えば第3図に示す如く、磁鉄20と、それに取り付けられた永久磁

石21とからなる磁気回路部、および可動部であるボイスコイル22から構成され、ボイスコイル22に通電した電流に対応した磁気力が発生するようになっている。ボイスコイルモータ2による変位機構は無摩擦になつており、送りネジ10等による移動機構は、有摩擦となつている。

接触子(コンタクトブロー)1は、ボイスコイルモータ2の可動部に取り付けられ、測定対象物に所定の圧力で接するよう上下運動するようになっている。ボイスコイルモータ2の可動部は、2枚の板状バネ体による平行バネ3により弾性支持され、ボイスコイルモータ2の発生力および接触子1が測定対象物から受ける反力によつて、該平行バネ3が変位するようになっている。一方、ボイスコイルモータ2の固定子は、移動機構の可動部5に装着され、また、平行バネ3の支持基部も可動部5に装着される。ハウジング6は、例え

- 8 -

石21とからなる磁気回路部、および可動部であるボイスコイル22から構成され、ボイスコイル22に通電した電流に対応した磁気力が発生するようになっている。ボイスコイルモータ2による変位機構は無摩擦になつており、送りネジ10等による移動機構は、有摩擦となつている。

上記ボイスコイルモータ2および直流モータ14の制御系のブロック図は、第4図図示の如くになっている。なお粘性制動係数は無視している。第4図中、SW1およびSW2はモード切替えを行うアナログスイッチを要する。

また、第4図および以下の説明で用いられているパラメータの内容は、以下の通りである。

- U_b : ボイスコイルモータへの入力
- S : ラプラス演算子
- O_m, O_c : 論理演算素子の論理ゲイン
- D_m, D_c : 粘性制動係数
- B : ボイスコイルモータの空巻電流密度
- l : ボイスコイルモータの巻線の長さ
- L_c : ボイスコイルモータのインダクタンス

- 10 -

- 9 -

- 11 -

BEST AVAILABLE COPY

R_c : ボイスコイルモータの軸子間抵抗
 I_c : ボイスコイルモータの電流増速定数
 V_c : ボイスコイルモータの速度増速定数
 P_c : ボイスコイルモータの位置増速定数
 M_c : ボイスコイルモータの可動部質量
 k : 平行バネのバネ定数
 x_c : 平行バネの変位
 K_m : 直流モータの誘起電圧定数
 L_m : 直流モータのインダクタンス
 R_m : 直流モータの軸子間抵抗
 I_m : 直流モータの電流増速定数
 V_m : 直流モータの速度増速定数
 P_m : 直流モータの位置増速定数
 M_m : 直流モータの負荷質量からボイスコイルモータの可動部質量を引いたもの
 x_m : 送りネジによる移動変位
 $F_r(s)$: 直流モータ駆動系の摩擦力
 $P(s)$: 押圧力

第4図からわかるように、本実施例においては、ボイスコイルモータと直流モータとが、1台のハ

- 11 -

例えば、接触子1が測定対象物24から離れた状態で、グラムオーダの接触力を、ボイスコイルモータ2に指示したとする。このときの入力 $U(s)$ により、ボイスコイルモータ2の可動部は、測定対象物24側へ、一定力で変位する。そして、直流モータ14は平行バネ3の変位がゼロとなるように回転する。このとき、直流モータ14がいくら回転しても、平行バネ3の変位 x_c をゼロにすることは、第4図から明らかでない。
 (ただし、直流モータ14の発生する加速度が非常に大きい場合は除く。)従つて、移動機構の可動部は、送りネジ10によつてくり出され、接触子1は測定対象物100に向つて移動して行き、ついには測定対象物につき当る。すると、当該支持機構の運動系が、測定対象物に接触する前には、

$$M_c \ddot{x}_c + (M_m + M_c) \ddot{x}_m = -D_m \dot{x}_m + K_m I_m - F_r \quad \dots (1)$$

$$M_c (\ddot{x}_m + \ddot{x}_c) = -k x_c - D_c \dot{x}_c + B_g I_c \quad \dots (2)$$

$$L_m \dot{I}_m = -R_m I_m + E_m - K_m \dot{x}_m \quad \dots (3)$$

$$L_c \dot{I}_c = -R_c I_c + E_c - B_g \dot{x}_c \quad \dots (4)$$

であつたのが、測定対象物に接触子1が接触した

- 13 -

特開460-119402(4)

イブリッドモータとして制御される。そして、接触子1の移動指令は、ボイスコイルモータ2の制御部のみならず、移動機構の駆動部である直流モータ14に対しては、ボイスコイルモータ2の変位量の現在値及び速度を与えるようにされる。本制御のポイントは、

① ボイスコイルモータ2には、平行バネ3のバネ力を打消すように、変位センサーとして用いられるストレインゲージ9からの信号を正帰還すること、

② 接触力指令値は、ボイスコイルモータの発生力 $B_g I_c$ から算出すること、

③ 直流モータ14には、ストレインゲージ9からの変位信号及び速度信号を負の入力信号とすること、

等にある。上記②については、ボイスコイルモータ2の空磁路束密度 B が、回転モータの場合と異なり、動作範囲で一一定であり、発生力の電流に対する直線性が高いため、計算値と実測値とは、良好に一致する。

- 12 -

時点から、

$$M_m \ddot{x}_c = -k x_c + B_g I_c + K_m I_m - F_r - (D_m + D_c) \dot{x}_c \quad \dots (5)$$

$$L_m \dot{I}_m = -R_m I_m + E_m - K_m \dot{x}_c \quad \dots (6)$$

$$L_c \dot{I}_c = -R_c I_c + E_c - B_g \dot{x}_c \quad \dots (7)$$

となる。接触時点を初期値(時間 $t=0$)として、このときの制御系の伝達関数を求めると、以下のようにならうことができる。ここで、演算増幅器の閉ループゲインは、

$$O_m = O_c \rightarrow \infty$$

と仮定している。

$$\begin{aligned}
 \frac{K_c}{I_c} U(s) = & (M_m S^2 + (-V_m + \frac{K_c}{I_c} V_c) S + \frac{K_m}{I_m} - \frac{P_m}{I_c} - k) X_c(s) \\
 & + F_r(s) \quad \dots (8)
 \end{aligned}$$

この第(8)式から明らかでこととして、以下のこ
と等が挙げられる。

① 本制御システムは可観測・可制御である。

$$\left(\text{但し、} \frac{K_m}{I_m} - \frac{P_m}{I_c} - \frac{K_c}{I_c} + k > 0 \text{ の範囲で。} \right)$$

- 14 -

BEST AVAILABLE COPY

- ② ステップ入力に対し定常位置誤差が生ずる。
 ③ 摩擦の存在により定常位置誤差が生ずる。
 ④ 2台のアクチュエータが1台のハイブリッドモータとして制御できる。

ところで、ボイスコイルモータを用いるに、1台の直流モータのみによつて位置制御をしようとすると、通常、送りネジのような移動機構は摩擦が大きいので、制御系に不感帯が存在し、グラムオーダーの力制御は困難となる。すなわち、移動機構の摩擦力以下の力制御をするのは、不可能に近い。上記第④式の特性は、1台の直流モータの場合と同様な特性を要するもので、位置制御としては、例の改善にもなっていない。しかし、ボイスコイルモータ2の発生している押圧力 $F(n)$ の入力に対する関係は、

$$F(n) = -\frac{K_c}{I_c} U(n) - \frac{K_c}{I_c} (V_c S - P_c + \frac{I_c}{K_c}) X(n) \quad \dots (9)$$

となるため、位置増量定数 P_c を

$$P_c = \frac{I_c}{K_c} k \quad \dots (10)$$

- 15 -

と可動部のナット部等のこじれが発生せず移動機構等の寿命が長い。

さらに、本力制御系の応答時間は、上記第④式および第⑩式から判るように、 P_m で決まる。一般に P_m を大きくすると制御系は不安定となり、発振状態となる。このとき摩擦力は、この発振を制動するように働く。本力制御系では、摩擦による位置誤差は力制御に対し無関係であるため、系の摩擦力を大きくすることにより、系の追従性を向上させることができる。従つて、移動機構に送りネジ等を用いると、比較的摩擦が大きいため、系の追従性向上に有用である。

測定対象物の寸法は、第2図図示角度エンコーダ15により検出した送りネジ10の回転角と、ストレーンゲージ9で検出した平行バネ3の変位から求めることができる。

次に、本実施例による熱電検出を用いた計測方法の例について説明する。

① 接触圧の設定

ボイスコイルモータ2の可動部分の質量によ

と設定し、系の安定のために増速している速度の増速定数 V_c をゼロとすれば、 $F(n)$ は変位に比例なく、且つ、時間遅れ及び定常誤差もなく制御できる。即ち、接触と同時に正確な押圧力制御が、直流モータの定常位置誤差に比例なく、可能となる。又、 V_c をゼロとしても、ボイスコイルモータの持つ粘性制動（非常に小さい値）により、系のダンピングはゼロとならず系は安定である。

上記第⑩式を成立させるためには、バネ定数 k を検出するセンサの変位に関する線形性が問題となるが、例えば、本実施例のような平行バネ3は、一方のみに剛性を図くすることができる構造なので、ストレーンゲージ9でもねじり等の影響を受けずに、精度よく k を検出することができる。

以上のように熱電検出により、摩擦等の外乱に比例なく、しかも正確に微小な押圧力を制御することが可能となる。また、若干の誤差はあるが、常に平行バネ3の変位量がほとんどゼロとなる姿勢で、測定対象物に接触子が接触するため、送りネ

- 16 -

る平行バネ3への力は、その姿勢により変化するため、姿勢を変える毎に自重補正をする必要がある。この自重補正は次の表観で行なう。

まず、接触子1を所定の姿勢にセットする。次に、第4図図示制御ブロック図において、アナログスイツチ $SW1$ 、 $SW2$ を切換えて、直流モータ14およびボイスコイルモータ2への入力信号をゼロとして、且つ、ボイスコイルモータ2へは位置変位量を負増速する。この操作により、平行バネ3は中立点の位置に保持される。これは、例えばストレーンゲージ9の信号を、第5図に示すように、ハイストンプリツクにより処理することによつて実現できる。なお、第5図において、 V_{cc} は電源電圧、30はオペレーショナルアンプ、31は検出抵抗を表わしている。位置変位量の負増速によつて、ボイスコイルモータ2に流れる電流が、自重と釣り合う力が発生することになる。この電流値を図示省略したアナログ/デジタル変換器によりデジタル量に変換し、例えば外部のプロセ

- 17 -

- 13 -

- 18 -

BEST AVAILABLE COPY

ツサの制御のもとにメモリ上に記憶し、この値を接触圧指示値に加えれば、所定の接触圧が出力できる。

② 初期値の設定

先ず、第4図に於ける制御ブロック図を、アナログスイッチSW1, SW2により、計測モード、即ちボイスコイルモータ2へは実位量を正帰還、直流モータ14へはボイスコイルモータ2の実位量を入力として与える状態とする。そして、負の接触圧をボイスコイルモータ2へ与え、ストップ4をハウジング6に一定圧力で押し付ける。この時、角度エンコーダ15のペルスカウントをリセットするとともに、ボイスコイルモータ2の実位量をメモリ上に記憶し、これを初期値とする。

③ 計 測

上記処理①, ②が終了していれば、姿勢の変更がない限り、計測モードで、計測ができる。被計測物の寸法は、ネジの移動量と平行パネの実位量の和あるいは差から容易に求まる。

- 19 -

の認識を行なうことができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例外観図、第2図は第1図図示実施例の断面図、第3図はボイスコイルモータ部分の断面図、第4図は本発明に關連した制御ブロック図、第5図はストレインゲージによる実位信号出力回路の例を示す。

図中、1は接触子、2はボイスコイルモータ、3は平行パネ、4はストップ、5は移動機構の可動部、6はハウジング、7はロボット・アーム、9はストレインゲージ、10は送りネジ、11はナット部、12はリニアベアリング、13はベアリング、14は直流モータ、15は角度エンコーダ、16はナットの回転止め兼ガイド、20は鋼鉄、21は磁石、22はボイスコイル、23はストップ、24は測定対象物を表わす。

特許出願人 富士通株式会社
代理人 弁理士 森 田 寛
(外1名)

- 21 -

(2) 発明の効果

以上説明した如く本発明によれば、例えばグラムオーダーの微小な接触圧を保持するよう接触子を支持することが可能となる。特に、次のようなメリットもある。

① 接触子の取り付け位置の設定がラフでよい
ため、計測のイニシャルセツト及び計測の自動化が容易である。

② 測定対象物が比較的軟いものであつても、損傷することなく測定できる。

③ 自動測定プログラミングおよび表示等の実施が容易である。

④ 例えば、ロボット・アームに搭載し、接触子の信号をフィードバックして、自動寸法計測を可能とすることができる。

また、触覚装置の取付位置は通常ロボット・アームの先端であるので、ロボット・アーム先端の座標位置と、角度エンコーダの出力値を加算するのみで、対象とする物品(剛性の低いものであつても)のロボット座標系における位置

- 20 -

BEST AVAILABLE COPY



昭和59年12月28日

特許庁長官 志賀 学 殿

1. 事件の表示

昭和58年特許第226302号

2. 発明の名称 触覚装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

氏名 (522) 富士通株式会社

代表者 山本 卓哉

4. 代理人

住所 東京都荒川区西日暮里4丁目17番1号

佐原マシソン3FC

氏名 (7484) 弁護士 森田 寛 (外1名)

5. 補正により増加する発明の数 なし

6. 補正の対象 特許請求の範囲の誤および

発明の詳細な説明の誤

7. 補正の内容 別紙の通り

(1) 特許請求の範囲の誤を次のように補正する。

「(a) 物品に対して力付与指令を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付与機構を備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位に基づいて前記物品の態様を示す情報を得る触覚装置であって、前記力付与機構は、物品に対して力を付与する可動部が弾性体で指示されてなる力発生手段と、前記弾性体が変位することにより生ずる弾性体の反力を打消すように前記力発生手段を駆動する反力打消手段を食んで構成されて成ると共に、前記弾性体の変位に基づいて前記物品の態様を示す情報を得る手段を具備してなることを特徴とする触覚装置。

(b) 前記反力打消手段は、前記弾性体の変位を検出する変位検出手段と、該変位検出手段の検出出力に基づいて前記力発生手段を駆動する

手段とを食んで成る特許請求の範囲第(1)項記載の触覚装置。

(c) 前記力発生手段は、ボイスコイルモータで構成されてなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項または第(4)項記載の触覚装置。

(d) 前記弾性体は2枚の互いに平行に設けられた平行板ばねであることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項、第(4)項または第(5)項記載の触覚装置。

(e) 前記変位検出手段は、前記弾性体に貼付された変位ゲージであることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項記載の触覚装置。

(f) 物品に対して力付与指令を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付与機構と、前記力付与機構を移動可能に支持する移動機構とを備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位と前記移動機構の変位とに基づいて前記物品の態様を示す情報を得る触覚装置であって、前記力付与

機構は、物品に対して力を付与する可動部が弾性体で指示されてなる力発生手段と、前記弾性体が変位することにより生ずる弾性体の反力を打消すように前記力発生手段を駆動する反力打消手段を食んで構成されて成ると共に、前記弾性体の変位と前記移動機構の変位とに基づいて前記物品の態様を示す情報を得る手段を具備してなることを特徴とする触覚装置。

(g) 前記反力打消手段は、前記弾性体の変位を検出する変位検出手段と、該変位検出手段の検出出力に基づいて前記力発生手段を駆動する手段とを食んで成る特許請求の範囲第(4)項記載の触覚装置。

(h) 前記力発生手段は、ボイスコイルモータで構成されてなることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項または第(7)項記載の触覚装置。

(i) 前記弾性体は2枚の互いに平行に設けられた平行板ばねであることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項、第(7)項または第(8)項記載の触覚装置。

04 前記変位検出手段は、弾性体に貼付された歪ゲージであることを特徴とする特許請求の範囲第10項記載の触覚装置。」。

(2) 明細書第5頁第15行ないし第6頁第12行において「力付与指令を受け、……特徴と」とあるのを次のように補正する。

「物品に対する力付与指令を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付与機構を備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位量に基づいて前記物品の経緯を示す情報を得る触覚装置であって、前記力付与機構は、物品に対して力を付与する可動部が弾性体で指示されてなる力発生手段と、前記弾性体が変位することにより生ずる弾性体の反力を打消すように前記力発生手段を駆動する反力打消手段を含んで構成されて成ると共に、前記弾性体の変位量に基づいて前記物品の経緯を示す情報を得る手段を具備してなることを特徴と」。

(3) 明細書第6頁第13行ないし第7頁第13行において、「力付与指令を受け、……特徴と」とあるのを次のように補正する。

「物品に対する力付与指令を受け、物品に対し指令された力を接触子を介して付与する力付与機構と、前記力付与機構を移動可能に支持する移動機構とを備え、前記接触子を前記物品に接触させ、前記接触子と前記物品との相対的な位置変化による前記接触子の変位量と前記移動機構の変位量とに基づいて前記物品の経緯を示す情報を得る触覚装置であって、前記力付与機構は、物品に対して力を付与する可動部が弾性体で指示されてなる力発生手段と、前記弾性体が変位することにより生ずる弾性体の反力を打消すように前記力発生手段を駆動する反力打消手段を含んで構成されて成ると共に、前記弾性体の変位量と前記移動機構の変位量とに基づいて前記物品の経緯を示す情報を得る手段を具備してなることを特徴と」。

以上。